

Conference Paper, Published Version

Horchler, Peter

Prognose ökologischer Veränderungen in Flüssen und Auen durch Habitatmodelle

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/106750>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Horchler, Peter (2019): Prognose ökologischer Veränderungen in Flüssen und Auen durch Habitatmodelle. In: Bundesanstalt für Wasserbau (Hg.): Verkehrswasserbau und Ökologie – Erfolge, Synergien, Konflikte. Karlsruhe: Bundesanstalt für Wasserbau. S. 71-74.

Standardnutzungsbedingungen/Terms of Use:

Die Dokumente in HENRY stehen unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0, sofern keine abweichenden Nutzungsbedingungen getroffen wurden. Damit ist sowohl die kommerzielle Nutzung als auch das Teilen, die Weiterbearbeitung und Speicherung erlaubt. Das Verwenden und das Bearbeiten stehen unter der Bedingung der Namensnennung. Im Einzelfall kann eine restriktivere Lizenz gelten; dann gelten abweichend von den obigen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Documents in HENRY are made available under the Creative Commons License CC BY 4.0, if no other license is applicable. Under CC BY 4.0 commercial use and sharing, remixing, transforming, and building upon the material of the work is permitted. In some cases a different, more restrictive license may apply; if applicable the terms of the restrictive license will be binding.



Prognose ökologischer Veränderungen in Flüssen und Auen durch Habitatmodelle

Dr. Peter J. Horchler, Bundesanstalt für Gewässerkunde

Einleitung

Pflanzen und Tiere haben, wie wir Menschen, gewisse „Wohlfühlbereiche“ bzgl. bestimmter Umweltbedingungen. Um diese Bereiche konkurrieren sie unter komplexen Wechselwirkungen mit anderen Organismen. In der Ökologie nennt man diese Bereiche „Nische“. Da die Umweltbedingungen der Nischen von Organismen der Flüsse und ihrer Auen von wenigen dominanten Umweltfaktoren abhängen, lassen sich diese gut abbilden. Das methodische Instrumentarium hierzu liefern sog. Nischen- oder Habitatmodelle. Die Ergebnisse dieser Modelle lassen sich, bei Vorliegen geeigneter flächiger Umweltfaktoren auch räumlich darstellen. Durch Vergleich solcher Ergebnisse z.B. für unterschiedliche Maßnahmenvarianten an Bundeswasserstraßen mit dem modellierten Istzustand lassen sich Habitatveränderungen darstellen, bilanzieren und auch naturschutzfachlich bewerten.

Habitatmodellierung – Möglichkeiten und Grenzen

Wie alle Modelle bilden auch Habitatmodelle die Realität nur vereinfacht ab. Dies trifft insbesondere für ökologische Modelle zu, da die extrem komplexen Wechselwirkungen in Ökosystemen nicht in Gänze erfasst werden können. Das bedeutet, die Modellergebnisse zeigen Habitatpotenziale. So in Karten oder Luftbildern ausgewiesene Flächen zeigen also an, dass diese Bereiche durch bestimmte Tier- oder Pflanzenarten besiedelt werden können.

Die langjährige Erfahrung in der Habitatmodellierung in Flussauen (von Rhein, Elbe und Donau) an der Bundesanstalt für Gewässerkunde zeigen, dass Auenhabitate für Pflanzen durch nur zwei dominierende Umweltfaktoren modellhaft darstellbar sind. Diese Faktoren sind zum einen die Dauer der Wassersättigung des Bodens, welche die Dauer der Abwesenheit von Sauerstoff im Wurzelraum bestimmt und zum anderen der Grad der mechanischen Störung durch das strömende Wasser bei höheren Abflüssen oder durch den Menschen (Landnutzung). Als Indikator für die Wassersättigung des Bodens lassen sich relativ gut flächig verfügbare Wasserstandsdaten (Fließtiefe, Überflutungsdauer) aus ein oder mehrdimensionalen hydraulischen Modellen nutzen.

Der Strömungsangriff verursacht je nach Lage im Gelände Erosion oder Sedimentation am Wuchsplatz der Pflanzen. Für die Störung des Wuchsplatzes können als Näherung die Werte für Fließgeschwindigkeit und Sohlschubspannung aus mehrdimensionalen hydraulischen Modellen verwendet werden. Typische Pflanzen und Tiere der Flussauen sind evolutiv an diese Art von Stress, d.h. temporärer Sauerstoffmangel und Strömungsangriff angepasst.

Informationen zur Art und Intensität der Landnutzung und, falls vorhanden zur Bodenkörnung können die Modellgüte deutlich verbessern. Natürlich ist die Qualität und die räumliche Auflösung solcher Daten essenziell. Sie beeinflussen massiv das Ergebnis der Habitatmodelle.

Methoden der Habitatmodellierung

Die einfachste und älteste Art der Habitatmodellierung ist die sog. empirische Modellierung, bei der durch Verwendung von durch Experten gestützten Wenn-Dann-Regeln das Vorkommen bestimmter Organismen abgebildet wird. Die Modellumgebungen CASIMIR (z.B. Bratrich & Jorde 1997), INFORM (z.B. Fuchs et al. 1995) oder HABITAT (z.B. Haasnoot & van de Wolfshaar 2009) basieren alle auf solchen Expertenregeln. Ein Beispiel für die erfolgreiche Anwendung für Pflanzenhabitate liefert die Studie von Peper et al. 2012 im Rahmen der variantenunabhängigen Untersuchungen zum Donauausbau zwischen Straubing und Vilshofen.

Liegen ausreichend und gut gesicherte Felddaten (z.B. räumlich exakt verortete Bodendaten, Vegetationsaufnahmen und Pegelmessungen von Grund- und Oberflächenwasser in der Aue) vor, findet heute meist eine andere Methode der Modellbildung Anwendung. Die Simulation der räumlichen Verteilung von Organismen basiert hierbei auf der Analyse der statistischen Korrelation zwischen dem Vorkommen der Arten und bestimmten Umweltfaktoren. Für diese, sog. "Species Distribution Models – SDM" (auch „Habitat Distribution Models“ oder „Niche Models“) gibt es heutzutage zahlreiche Methoden (z.B. Guisan & Zimmermann 2000, Elith & Leathwick 2009). Diese verwenden entweder Multiple Regressionsmodelle wie bspw. „Generalized Linear Models“ oder „Generalized Additive Models“ oder sog. Machine-Learning-Methoden wie bspw. „Random Forests“ oder „Boosted Regression Trees“. Sie wurden erfolgreich vor allem für makroökologische Fragestellungen für ganze Regionen oder Kontinente angewendet. Anwendungen auf lokaler Ebene sind seltener. Für Flüsse und ihre Auen wurden bislang nur vereinzelt SDM angewendet (z.B. Booth & Loheide 2012, Mosner et al. 2015, Horschler 2016a).

Grenzen der Habitatmodellierung

Habitatmodelle erzielen oft gute bis sehr gute Trefferquoten (z.B. Peper et al. 2012, unpublizierte Beobachtungen) und sind daher für Planungszwecke wie Variantenvergleiche o.ä. sehr gut anwendbar, auch wenn die Ergebnisse, wie bei fast allen Modellen von Experten interpretiert werden müssen. Es ist aber grundsätzlich davon auszugehen, dass die Ergebnisse aufgrund der äußerst komplexen ökologischen Wechselwirkungen, die nicht alle berücksichtigt werden können, und einer der Natur innewohnenden Stochastizität immer eine gewisse Unsicherheit aufweisen. Diese Unsicherheit wird ergänzt durch die Unsicherheiten der Eingangsdaten, angefangen von den verwendeten Höhendaten (DGM) über Unsicherheiten der Landnutzungsmodelle und Bodenkartierungen bis hin zu den hydraulischen Modelldaten, die im Vorland meist eine niedrige räumliche Auflösung haben. Laserscannerdaten aus Befliegungen zur Erfassung der Geländehöhen für die Erstellung von DGM erfassen im Bereich von Altgewässern in Auen zu meist nur die Wasseroberfläche. Werden solche Vorlandgerinne nicht nachträglich eingemessen, werden die realen Tiefen dieser Gewässer nicht erfasst. Dies führt in hydraulischen Modellen zu einer Fehlberechnung der Wassertiefen und Überflutungsdauern. Bei kolmatierter Gewässer-
sohle der Altgewässer wird in hydraulischen Modellen das Ausströmen beim Sinken des Wasserstandes nach Hochwasser ebenfalls meist nicht korrekt abgebildet und würde einer speziellen Berücksichtigung erfordern.

Unter Berücksichtigung dieser Einschränkungen lassen sich die Ergebnisse der Habitatmodelle durch einen Ökologen gleichwohl gut interpretieren und damit für belastbare praxisrelevante

Entscheidungsprozesse (z.B. Variantenauswahl) übersetzen. Dies geschieht durch die Bewertung der Modellergebnisse im Hinblick auf Habitat- und Biodiversitätsänderungen, auf mögliche Änderungen von Ökosystemleistungen (z.B. Horchler 2016b) und aus naturschutzfachlicher Sicht.

Für Prognosen, die die ferne Zukunft betreffen und bspw. Szenarien des Klimawandels beleuchten, weisen Habitatmodelle, speziell die SDM gewisse Einschränkungen auf. Künftige Umweltbedingungen, die es im Istzustand gar nicht gibt, können sie nicht modellieren, da ihre Grundlage das aktuelle Vorkommen von Arten unter aktuellen Umweltbedingungen ist. Hier ist bei der Interpretation der Modellergebnisse spezielles Expertenwissen gefragt.

Prozessbasierte Modelle, die z.B. versuchen spezifische Wachstums- und Sterberaten sowie physiologische Anpassungsstrategien der Arten zu berücksichtigen wären hier möglicherweise besser geeignet. Diese gibt es bislang aber nur sehr selten und für sehr wenige Arten, da für die allermeisten Arten entsprechende artspezifische und sog. autökologische Informationen nicht verfügbar sind. So gibt es nur sehr wenige Habitatmodelle, die einen prozessbasierten Ansatz wählen (z.B. Carus et al. 2017, Morin & Thuiller 2009). Bei deutlich über 1000 Pflanzenarten in den Auen großer Flüsse Deutschlands (Horchler 2016c) ist daher nicht zu erwarten, dass prozessbasierte Modelle zeitnah SDM ersetzen werden.

Ausblick

Wichtige Aufgaben für die Zukunft bestehen darin, die abiotischen Eingangsdaten (DGM, hydraulische Modelle, Landnutzungsdaten, Bodendaten) für die Habitatmodelle deutlich zu verbessern. Dies wird unzweifelhaft einen deutlichen Qualitätssprung der Modellergebnisse bedeuten. Für Prognosen zu den Auswirkungen des Klimawandels ist eine geeignete Kombination aus prozessbasierten und statistischen Modellen zu entwickeln. Hierbei ist es sicher zunächst erforderlich, sich auf wenige wichtige Indikatorarten für bestimmte Auenhabitate zu konzentrieren.

Literatur

- Booth, E.G., and Loheide, S.P. (2012): Hydroecological Model Predictions Indicate Wetter and More Diverse Soil Water Regimes and Vegetation Types Following Floodplain Restoration“. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences* 117, Nr. G2 (2012).
- Bratrich, C. und Jorde, K. (1997): Hydraulische und morphologische Modellierung von Fließgewässern mit dem Simulationsmodell CASIMIR: Gewässerbiologie und Habitatmodellierung. *Wasserwirtschaft* 7/8 97, S. 370 - 371.
- Carus, J., Heuner, M., Paul, M., Schröder, B. (2017): Which factors and processes drive the spatio-temporal dynamics of brackish marshes? — Insights from development and parameterisation of a mechanistic vegetation model. *Ecological Modelling* 363, 122–136.
- Elith, J. and Leathwick, J. (2009): Species distribution models: Ecological explanation and prediction across space and time. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 40: 677-697.

- Fuchs, E., Giebel, H., Horchler, P., Liebenstein, H., Rosenzweig, S., Schöll, F. (1995): Entwicklung grundlegender Methoden zur Beurteilung der ökologischen Auswirkungen langfristiger Änderungen des mittleren Wasserstandes in einem Fluss anhand eines Testmodells. Deutsche Gewässerkundliche Mitteilungen 39(6): 206-215.
- Guisan, A. and Zimmermann, N.E. (2000): Predictive habitat distribution models in ecology. Ecological Modelling 135(2-3): 147-186.
- Haasnoot, M., and van de Wolfshaar, K. E. (2009): Combining a conceptual framework and a spatial analysis tool, HABITAT, to support the implementation of river basin management plans. *International journal of river basin management*, 7(4), 295-311.
- Horchler, P. J. (2016a): Modellierung der Veränderung von Pflanzenhabitaten im Untersuchungsgebiet des Pilotprojektes „Klöden“ Elbe-Km: 185,5 - 196,7. Bericht der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG-1900) im Auftrag des Wasser- und Schifffahrtsamtes Dresden. 49 Seiten mit Anhang.
- Horchler, P.J. (2016b): Veränderung wichtiger Ökosystemleistungen durch den Wasserspiegelverfall aufgrund der Sohlerosion am Niederrhein Km 832,1 – 864,5: Betrachtung eines Szenarios. BfG-Bericht 1909, 29 S. mit Anhang. Auftraggeber: Wasser- und Schifffahrtsamt Duisburg-Rhein.
- Horchler, P.J. (2016c): AuVeg – eine bundesweite Datenbank der Vegetation von Flussauen. In: Beiträge aus dem Nationalpark Unteres Odertal. Band 1 (2016): Daten vom Fluss: Wissenschaftliche Untersuchungen und aktuelle Anwendungsaspekte. Criewen: 137 S.
- Morin, X. and Thuiller, W. (2009): Comparing niche- and process-based models to reduce prediction uncertainty in species range shifts under climate change. *Ecology*. 2009; 90(5):1301-13.
- Mosner E., Weber A., Carambia M., Nilson E., Schmitz U., Zelle B., Donath T., Horchler P. (2015): Climate change and floodplain vegetation-future prospects for riparian habitat availability along the Rhine River. *Ecological Engineering* 82 S. 493 - 511.
- Peper, J., Horchler, P., Schleuter, M. (2012): Vegetation der Donauaue zwischen Straubing und Vilshofen Standortpotenzial für die Auenvegetation des Ist-Zustands und der Ausbauvarianten. BfG-Bericht 1773, 117 S.. Auftraggeber: Bundesrepublik Deutschland, vertreten durch die RMD Wasserstraßen GmbH, gefördert durch die Europäische Union.